

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

556

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Maurice LAURENT

Né le 21 Janvier 1912. à MENDE (Lozère)

Les accidents de l'aviation
aux hautes altitudes

Recherches
expérimentales sur les décompressions brusques
par ruptures des cabines étanches

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Maurice LAURENT

Né le 21 Janvier 1912. à MENDE (Lozère)

Les accidents de l'aviation
aux hautes altitudes

Recherches
expérimentales sur les décompressions brusques
par ruptures des cabines étanches

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

I. — Professeurs

Anatomie	
Physiologie	
Physique médicale	
Chimie médicale	
Bactériologie	
Parasitologie et histoire naturelle médicale	
Pathologie médicale et générale	
Pathologie médicale	
Pathologie chirurgicale	
Anatomie pathologique	
Histologie	
Pharmacologie et matière médicale	
Thérapeutique	
Hygiène et médecine préventive	
Médecine légale	
Histoire de la médecine et de la chirurgie	

Pathologie expérimentale et comparée	
Hydrologie thérapeutique et climatologie	

Clinique médicale	
-------------------------	--

Hygiène et clinique de la première enfance	
Clinique des maladies des enfants	
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	
Clinique des maladies du système nerveux	
Clinique des maladies infectieuses	

Clinique chirurgicale	
-----------------------------	--

Clinique ophtalmologique	
Clinique urologique	

Clinique d'accouchements	
--------------------------------	--

Clinique gynécologique	
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	
Clinique thérapeutique médicale	
Clinique oto-rhino-laryngologique	
Clinique thérapeutique chirurgicale	
Clinique propédeutique	
Clinique de la Tuberculose	
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	
Clinique de neuro-chirurgie	
Clinique cardiologie	
Assistance médico-sociale	

Professeurs sans chaire	
-------------------------------	--

MM
ROUVIERE.
Leon BINET.
STROHL.
POLONOVSKI.
Robert DEBRE.
BRUMPT.
BAUDOUIN.
ADRAMI.
MONDOR.
LEROUX.
CHAMPY.
TIFFENEAU.
HARVIER.
TANON.
BALTHAZARD.
LAINEL.
LAVASTINE
HIESINGER.
CHIRAY.
LOEPER.
CARNOT.
Marcel LABBE.
CLERC.
TEREBOULLET.
NOBECOURT.
H. CLAUDE.
GOUGEROT.
GUILLAIN.
LEMIERRE.
CUNEO.
GOSSET.
GREGOIRE.
LENORMANT.
FERRIEN.
CHEVASSU.
LEVY-SOLAL.
COUVELAIRE.
JEANNIN.
MOCQUOT.
OMBREDANNE.
BATHERY.
LEMAITRE.
Pierre DUVAL.
VILLARET.
TROISIER
MATHIEU.
Clovis VINCENT.
LAUBRY.
N...
HAZARD.
HOVELACQUE.
MULON.
OLIVIER.
SANNIE.
VERNE.



II. — Agrégés en exercice

MM.	
AMELINE	Pathologie chirurgicale.
BARIETY	Pathologie médicale.
PENARD Henri	Pathologie médicale.
BERNARD Et.	Pathologie médicale.
BESANCON (J.)	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique
FUNCK.	
BENTANO	Pathologie chirurgicale.
FEY	Urologie.
GAILLARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.

MM.	
DE GAUDART	
D'ALLAINES ..	Pathologie chirurgicale.
GAYET	Physiologie.
DE GENNES ..	Pathologie médicale.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU	Pathologie médicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie
HUGUENIN	Anatomie pathologique.
JOANNON	Hygiène.
LACOMME	Obstétrique.
LANTUEJOUL .	Obstétrique.
LAROCHE Guy.	Pathologie médicale
LAVIER	Parasitologie.
LELONG	Pathologie médicale.

MM.

LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LEVY (M^{re} J.) .. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MENEGAUX ... Pathologie chirurgicale.
 MOILLARET ... Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT-
 DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.

MM

PIEDELIEVRE.. Médecine légale
 PORTES Obstétrique.
 RENARD..... Ophtalmologie.
 RICHEL Physiologie.
 SENEQUE ... Pathologie chirurgicale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-
 BERT Physiologie.
 HEITZ-BOYER.. Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS .. Pathologie chirurgicale
 NEVEU-
 LEMAIRE.. Parasitologie.
 LE LORIER ... Obstétrique.
 SCHWARTZ ... Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL ... Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ALAJOUANINE..
 AUBERTIN
 BRULE
 CPABROL
 DONZELOT ...
 DUVOIR
 LIAN
 PASTEUR-VAL-
 LERY-RADOT..
 SEZARY
 } Clinique médicale

MM

BASSET
 BROcq
 CADENAT
 GATELLIER ...
 MOURE
 QUENU
 VELTER
 } Clinique chirurgicale
 ECALLE
 METZGER
 } Clinique obstétricale

V. — Chargés de cours

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé
 LEDOUX-LEBARD
 RUPPE
 WEILL-HALLÉ

Education physique.
 Radiologie clinique.
 Stomatologie.
 Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MON PERE ET A MA MERE

Bien faible témoignage de ma
profonde affection et de ma reconnaissance infinie.

A MES FRERES

A MA FAMILLE

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON
Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'honneur

Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de cette
thèse.

Nous le prions de trouver ici le té-
moignage de notre reconnaissance
pour l'aide qu'il nous a apportée
dans notre travail et pour les ensei-
gnements qu'il nous a prodigués avec
tant de bienveillance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR GARSAUX

*Ancien Interne des Hôpitaux de Paris
Chef des Services Médicaux d'examen et d'études
de l'Aéronautique civile au Ministère de l'Air
Officier de la Légion d'honneur*

Qui a inspiré et guidé ce travail.
Qu'il veuille bien trouver ici
l'expression de notre profonde reconnaissance pour l'accueil bienveillant qu'il nous a réservé dans son laboratoire du Bourget et pour toutes les marques d'intérêt qu'il nous a témoignées.

A MONSIEUR LE DOCTEUR DIGONNET

Accoucheur des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'honneur

Dont les conseils nous furent si
utiles au cours de nos études.

Nous le prions d'accepter ici
l'expression de nos sentiments res-
pectueux et de notre vive reconnais-
sance.

A . MONSIEUR LAURENT-EYNAC
Ancien Ministre de l'Air
Président d'Honneur de l'Aéro-Club du Puy

Respectueux hommage.

AU CHEF PILOTE ET A NOS CAMARADES
DE LA S.A.P.
ET DE L'AÉRO-CLUB DU PUY

A TOUS MES AMIS

A NOS MAITRES DE L'ECOLE DE MEDECINE
ET DES HOPITAUX DE DIJON

A NOS MAITRES DE LA FACULTE
ET DES HOPITAUX DE PARIS

LES ACCIDENTS DE L'AVIATION AUX HAUTES ALTITUDES

INTRODUCTION

Les avions modernes atteignent aujourd'hui des vitesses de l'ordre de 600 kilomètres-heure. Ils sont susceptibles de monter à des altitudes dépassant 12.000 mètres.

Ces résultats sont dus aux immenses progrès de la technique aéronautique, marqués par un affinement des lignes, l'utilisation d'hélices à pas variable, la construction de moteurs à haut rendement.

L'emploi de tels appareils pose pour l'homme appelé à s'en servir un certain nombre de problèmes : accélération, bruit, fatigue, froid, altitude.

Nous n'aborderons dans ce travail que celui du séjour à haute altitude, parce que cette question semble actuellement de première importance.

On exige en effet des avions et de l'homme des performances de plus en plus élevées. Pourquoi cette lutte incessante pour les records d'altitude ? La raison en est simple : on sait que plus on s'élève, plus les couches d'air se raréfient, offrant ainsi une moindre résistance à la progression. On admet aussi

que plus l'avion vole haut, plus il est à l'abri des perturbations atmosphériques.

De là, l'idée des vols stratosphériques où pourraient se réaliser à des vitesses très élevées les grands voyages de demain.

Mais les expériences et la pratique ont montré que la vie en dépression atmosphérique n'est possible que sous certaines conditions. L'homme peut vivre sans inconvénient jusqu'à 3.500 mètres. Entre 3.500 et 10.000 mètres, il peut séjourner et travailler à l'aide de simples inhalations d'oxygène. Mais pour un séjour au-dessus de 10.000 mètres, il est indispensable d'envisager d'autres procédés. En effet, les expériences faites sous la direction du Docteur GARSAX, par les Docteurs RICHOU et ARTOLA sur eux-mêmes, ont montré qu'un séjour de longue durée était possible à 10.000 mètres avec des inhalations d'oxygène, mais qu'on ne pouvait considérer comme possible le travail à une telle altitude même avec des inhalations d'oxygène.

Pour vivre et séjourner à une altitude dépassant 10.000 mètres, il faut placer l'homme soit dans un scaphandre, soit dans une carlingue étanche, tous deux appareils à pression constante.

Ces deux engins présentent pour l'occupant l'avantage de le soustraire complètement au facteur mécanique : pression atmosphérique. Leur mise au point est encore à l'étude.

De rares essais d'avions munis de carlingues à

pression constante ont été réalisés en France et à l'étranger.

Quelques-uns ont été suivis d'accidents mortels.

Certaines enquêtes avaient conclu à la mort de l'occupant soumis à une décompression brusque du fait de la rupture probable d'un hublot.

Il s'agissait de vérifier si ces conclusions, peut-être un peu hâtives, étaient exactes et de voir si la décompression brutale se montrait systématiquement mortelle.

Ces accidents de la décompression sont connus depuis longtemps.

De nombreux auteurs les ont signalés; les scaphandriers et les plongeurs surtout en ont la redoutable expérience. Ils présentent des troubles groupés sous le nom de maladie des caissons.

Il ne nous appartient pas ici d'en retracer les symptômes.

Disons seulement qu'ils peuvent aller des simples malaises aux troubles graves et même à la mort.

Parmi les phénomènes les plus importants qui se produisent au cours d'une décompression rapide, citons ceux qui affectent le système nerveux. J. LÉPINE signale des lésions médullaires après décompression atmosphérique brusque. BOINET et AUDIBERT ont noté des paralysies. Souvent se sont produites des hématomyélie (CAZAMIAN; PIÉRY; NOICA; PARUNLESCU).

Mais il faut remarquer que les travailleurs qui peuvent présenter de tels accidents, ont séjourné en général à une pression de plusieurs atmosphères. Jus-

qu'à 1 atmosphère, c'est-à-dire jusqu'à 10 mètres d'eau, il est rare d'observer des troubles. Le danger ne commence qu'au delà. C'est la raison pour laquelle on ne prévoit aucune précaution spéciale pour les plongées inférieures à 10 mètres.

Au contraire, au delà de 10 mètres, les autorités maritimes ont édicté des règlements spéciaux qui obligent à ralentir la vitesse de décompression dans des conditions déterminées suivant la compression ou la profondeur atteintes.

Or, l'aviateur, au cours de ses vols, n'atteint jamais une dépression de l'ordre de 1 atmosphère. Ce qui est vrai pour les plongeurs pourrait théoriquement l'être pour l'aviateur et la décompression ne devrait pas entraîner de troubles pour lui.

D'autre part, la thèse de STROHL montre que l'on supporte très bien des décompressions et des recompressions rapides. Il a décomprimé au caisson pneumatique du Bourget des animaux de 0 à 12.000 mètres en quelques secondes. Lui-même s'est décomprimé de 0 à 8.000 mètres en 4 minutes sans éprouver le moindre trouble.

Dans la pratique, M. PAULHAN, au cours d'un vol piqué, descend de 5.000 à 1.000 mètres en 25 secondes. Enfin, WILLIAMS s'élance de 10.600 m. sans utiliser son parachute jusqu'à 90 m. du sol. Il parcourt 10.500 mètres en chute libre, en un peu plus de 3 minutes sans éprouver le moindre malaise.

Mais, lors de ces expériences, la décompression, si rapide soit-elle, durait encore quelques secondes,

tandis que lors de la rupture d'une cabine étanche, la décompression est instantanée. Elle ne dure même pas $1/10$ de seconde et amène une décompression véritablement explosive.

Il s'agissait pour nous de réaliser et mettre au point un appareil permettant d'être dans des conditions identiques à celles de l'explosion et d'en étudier les réactions sur les êtres vivants.

Nous devons à l'obligeance du Docteur GARSAX d'avoir pu faire ces expériences d'un genre absolument inédit, dans les meilleures conditions scientifiques, au laboratoire du Bourget.

Pour cette étude, voici le plan que nous avons adopté :

Dans un premier chapitre, nous décrirons notre matériel expérimental.

Le deuxième sera consacré à la description d'une expérience.

Le troisième indiquera les résultats obtenus sur les animaux.

MATERIEL EXPERIMENTAL

1° Il existe au Laboratoire de l'Aéronautique civile du Bourget un grand et un petit caisson pneumatiques construits sur les indications du Dr. GARSAUX.

1° LE GRAND CAISSON a la forme d'un vaste cylindre de 8 m. de diamètre sur 5 m. de long. Sa capacité est de 45 m³.

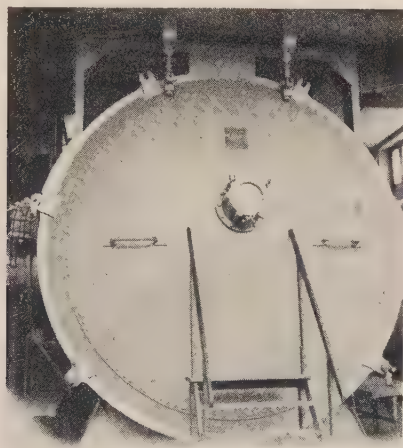


Fig. 1. — Vue générale du grand caisson. La porte mobile et le hublot central.

Il est possible d'y faire un vide aussi poussé qu'il est nécessaire pour les besoins expérimentaux.

Ce cylindre est calorifugé. Il est fermé à l'une de ses extrémités par un fond rivé à la calandre et, à l'autre de ses extrémités, existe un fond mobile qui sert également de porte d'accès à l'intérieur.

Cette porte a un poids d'environ deux tonnes et demie. Sa mobilité est assurée par un déplacement sur rail horizontal au moyen d'un moteur électrique.



FIG. 2. — Une partie de la salle des machines permettant de faire le vide dans le grand caisson.

L'étanchéité est réalisée par un joint de caoutchouc fixé à la collerette du fond mobile.

La communication avec l'intérieur est possible pendant les expériences, grâce à un sas à air aménagé sur un des côtés du cylindre.

Enfin, il existe 5 hublots circulaires fermés par des doubles glaces. Ils permettent la visibilité à l'intérieur du caisson sous différents angles.

Ces hublots sont fixés sur les flancs du cylindre et sur le fond mobile. A l'intérieur du grand caisson, et disposé dans le champ de vision du hublot central, se trouve un petit caisson.

2° LE PETIT CAISSON est en fer, de forme cylindrique; sa longueur est de 1 m. 10 sur 0 m. 80 de diamètre.

Sa capacité est de 2 m³ 900.

Les fonds sont formés d'une plaque métallique de 8 mm. d'épaisseur, dont l'une, mobile, peut être fixée par des écrous.

Elle présente un hublot. Une première série d'expériences a été faite avec un petit hublot rond de 10 cm. de diamètre.

Une deuxième série avec un hublot rectangulaire de 32 cm. sur 27 cm.

L'intérieur du petit caisson est rendu visible par l'éclairage constant d'une lampe électrique.

3° Une PETITE CAISSE MÉTALLIQUE d'une contenance de 0 m³ 27 présentant sur une de ses faces un hublot rond de 14 cm. de diamètre.

4° DES FEUILLES DE CÉLLOPHANE de différentes épaisseurs destinées à fermer les hublots.

Ces feuilles très résistantes sont destinées à remplacer les verres qui normalement assurent l'étanchéité du petit caisson. Elles seront déchirées à une altitude choisie d'avance au moyen de mécanismes spécialement adaptés.

5° Ces mécanismes sont constitués par un INSTRU-

MENT PERFORANT (en l'occurrence, un poinçon métallique) maintenu en équilibre au bout d'un bras de levier exactement en face du hublot. Lorsque l'équilibre est rompu, le poinçon, entraîné par son poids, perce le hublot.

Pour rompre l'équilibre, deux procédés sont employés :

a) Le poinçon est maintenu par un fil fusible placé sur un circuit électrique. Un court-circuit, provoqué de l'extérieur, amène la rupture du fusible, libérant ainsi le poinçon.

b) Le poinçon est maintenu en équilibre instable par un électro-aimant placé en face du hublot. Si on coupe le courant, le poinçon, en reprenant sa position d'équilibre, va perfore la membrane du hublot.

6° Le petit caisson est en relation avec DEUX MANOMÈTRES visibles de l'extérieur. Ils indiquent la pression en grammes au cm^2 ; ce qui permet de contrôler le maintien de l'étanchéité du caisson au moment de l'expérience.

7° Nous avons prévu une ALIMENTATION EN OXYGÈNE dans le petit caisson.

Celle-ci a été réalisée par 3 procédés :

a) Un ballon de caoutchouc contenant 300 cc. d'O éclate au moment de l'explosion libérant son gaz à l'intérieur du petit caisson.

b) Une bouteille d'oxygène comprimé comportant un mano-détendeur automatique.

c) Une canalisation étanche qui amène de l'extérieur et à volonté de l'oxygène. Le débit obtenu ainsi est de l'ordre de 1.000 litres-minute.



FIG. 3. — Vue latérale du grand caisson montrant 2 hublots latéraux, celui du centre étant occupé par les 2 manomètres. Au premier plan la bouteille d'oxygène comprimé.

8° Les hublots du petit caisson sont fermés par un clapet métallique, constitué par une simple feuille de tôle munie d'une charnière qui se rabat dès l'explosion au niveau de l'orifice créé dans la cellophane.

Le clapet a pour but de conserver aussi riche que possible en oxygène l'atmosphère du petit caisson.

Il a été supprimé dans nos dernières expériences (février-mars 1939), pour nous permettre de suivre, dès l'explosion, les réactions de l'animal à observer.

Par la suite, il a été remplacé par un clapet transparent.

9° Animaux d'expérience.

Nos observations portent sur deux catégories d'animaux :

Les premières sur des petits animaux de laboratoire : poules, lapins, chats, chiens. Nous avons pu aussi faire quelques expériences sur des singes.

Les secondes, sur des pores dont le poids variait de 80 à 115 kilos.

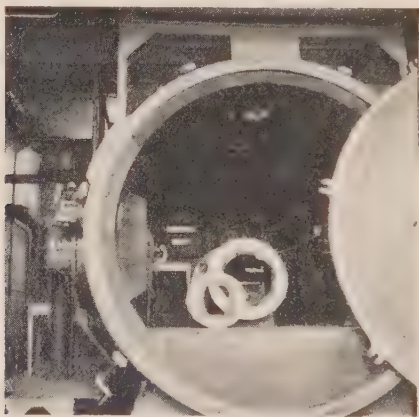


FIG. 4. — Le grand caisson ouvert. A l'intérieur, le petit caisson.

TECHNIQUE D'UNE EXPERIENCE

On place l'animal à observer dans le petit caisson, lui-même situé à l'intérieur du grand caisson.

Le petit caisson est à la pression atmosphérique normale, soit 76 cmHg. Son orifice est fermé par une feuille de cellophane transparente en face de laquelle se trouve un poinçon métallique retenu par un électro-aimant que l'on commande de l'extérieur.

Ainsi se trouve réalisée une véritable cabine étanche contenant un ou plusieurs occupants. Nous les amènerons par dépression à haute altitude et nous pourrions suivre leurs réactions après l'éclatement provoqué de la paroi de cellophane.

Pour cela, on fait le vide dans le grand caisson jusqu'à une dépression correspondant à l'altitude désirée : 10.000 à 12.000 mètres.

On lit sur une colonne de mercure la pression en cm. de Hg et, lorsque l'altitude désirée est atteinte, on provoque la rupture de la cellophane. Une véritable explosion a lieu produisant une aspiration brutale et instantanée de l'air dans le petit caisson.

L'animal est porté en une fraction de seconde de l'atmosphère normale du petit caisson (76 cm. de Hg) à celle qui existe à 10 ou 12.000 mètres soit 19 à 14 cm. de Hg.

Il se produit alors un brouillard d'autant plus marqué que l'animal a dégagé plus de vapeur pendant son séjour dans le petit caisson.

La condensation de cette nappe d'eau dégagée par certains animaux sur les parois internes du caisson et en particulier sur la face interne de la feuille de cellophane a, lors de nos premières expériences, amené la rupture prématurée de la cellophane.

Aussi, dans les expériences suivantes, afin de remédier à cet inconvénient, avons-nous maintenu appliquée sur la face interne de la feuille de cellophane, une feuille de papier buvard destinée à absorber la vapeur d'eau qui aurait pu se condenser.

D'autre part, comme certains animaux cherchaient à sortir du caisson et perforaient d'eux-mêmes notre système de fermeture, nous avons dû installer à l'intérieur du petit caisson, à une certaine distance de la feuille de cellophane, une grille de protection métallique. Quant au brouillard, dont la formation empêche de voir distinctement l'aspect de l'animal au moment même de l'explosion, il serait sans doute possible d'en éviter la formation en asséchant l'atmosphère du petit caisson.

Immédiatement après l'explosion, on oxygène l'atmosphère du petit caisson pour que l'animal ne soit pas asphyxié et que l'on ne puisse imputer au choc pneumatique une mort due au manque d'oxygène.

On maintient l'animal pendant 10 à 20 minutes à l'altitude où s'est produite l'explosion, en le surveillant de l'extérieur. Puis on ouvre les vannes du grand

caisson, l'air y pénètre, et la recompression jusqu'au sol est faite sans précaution spéciale.

La durée de la décompression pour une altitude de 12.000 mètres est d'environ 6 minutes.

Nous notons les résultats obtenus. Ce sont les observations suivantes que nous citerons par ordre chronologique.

EXPERIENCES

28 AVRIL 1938.

N° 1. — Un lapin est placé dans la caisse métallique dont une des parois est formée par une feuille de cellophane.

On met cette caisse ainsi qu'un cobaye dans le petit caisson dont le hublot de 10 cm. de diamètre est fermé par une autre feuille de cellophane.

Le vide est fait dans le grand caisson jusqu'à une altitude de 7.500 m. A ce moment, l'éclatement spontané du hublot du petit caisson et celui de la caisse se produisent simultanément.

La pression intérieure du petit caisson était alors de 580.

Les animaux ramenés immédiatement à la pression atmosphérique normale ne présentent aucun trouble.

N° 2. — Un lapin est placé dans le petit caisson dont le hublot de 10 cm. de diamètre est obstrué par une feuille de cellophane.

Le vide est fait dans le grand caisson jusqu'à une altitude de 9.200 m., moment où éclate spontanément le hublot du petit caisson dont la pression intérieure était de 650 environ.

L'animal ramené immédiatement à la pression atmosphérique ne présente aucun trouble.

29 AVRIL 1938.

N° 3. — Un cobaye est placé dans le petit caisson dont le hublot de 10 cm. est obstrué par deux feuilles de cellophane.

Le vide est fait dans le grand caisson jusqu'à une altitude de 12.500 m.

A ce moment, on provoque l'éclatement du hublot du petit caisson dont la pression intérieure était de 750 environ.

L'animal ramené immédiatement à la pression atmosphérique est absolument normal.

N° 4. — Un lapin est mis dans une caisse dont le hublot est de 14 cm. de diamètre et fermé par une feuille de cellophane.

On enferme dans le petit caisson une chatte grosse (elle a d'ailleurs mis bas à terme, 4 jours plus tard, trois petits normalement constitués), un cobaye et la caisse contenant le lapin.

Le vide est fait dans le grand caisson jusqu'à une altitude de 13.000 m. A ce moment, l'éclatement spontané du hublot du petit caisson se produit, entraînant celui du hublot de la caisse. La pression intérieure du petit caisson était alors de 753 grammes.

Les animaux ramenés au sol en 4 minutes ne présentent aucun trouble.

5 MAI 1938.

N° 5. — Un lapin est placé dans le petit caisson dont le hublot rectangulaire de 32 cm. sur 27 cm. est fermé par une feuille de cellophane.

L'éclatement spontané de celui-ci se fait à une altitude de 5.000 m.

La pression intérieure du petit caisson était alors de 420 environ.

L'animal ramené au sol immédiatement est absolument normal.

7 MAI.

N° 6. — Un chien de 45 kgs est placé dans le petit caisson.

L'explosion spontanée a lieu vers 8.000 m.

La pression intérieure du petit caisson était alors de 620.

L'animal ramené au sol est normal.

9 MAI.

N° 7. — Ce même chien est mis à nouveau dans le petit caisson.

A 12.000 m. on provoque l'éclatement du hublot du petit caisson dont la pression intérieure était de 750 m.

L'animal ramené au sol immédiatement n'a présenté aucun trouble, ni sur le moment même, ni dans les heures qui ont suivi l'expérience.

Les résultats de ces expériences nous ont été aimablement communiqués par MM. GARSAX et RICHOU.

9 JANVIER 1939.

N° 8. — Un lapin pesant 1 kg. 900 est placé dans le petit caisson.

L'explosion a lieu à 8.000 m. La pression intérieure était de 590.

On maintient l'animal pendant 10 minutes à cette altitude.

Ramené au sol, il ne présente aucun trouble.

L'oxygène débité a été d'environ 400 ccl.

N° 9. — Un lapin de 1 kg. 320 subit l'explosion à 10.000 mètres.

La pression intérieure du petit caisson était de 660. On maintient l'animal 15 minutes à cette altitude. Après ce temps, on le recomprime jusqu'au sol. Il est vivant, mais on constate que l'alimentation en oxygène a été nulle. Le détendeur n'a pas fonctionné et la bouteille n'a pas libéré son oxygène. L'animal est donc resté 15 minutes sans inhalation d'oxygène à l'altitude de 10.000 mètres.

10 JANVIER 1939.

N° 10. — Une poule de 2 kg. est placée dans le petit caisson.

L'explosion est produite à 10.000 m. La pression intérieure était de 650. Le maintien à cette altitude est de 10 minutes, puis on la ramène au sol. L'inhalation d'oxygène a été de 500 ccl., de plus le petit cais-

son contenait un ballon de 300 ccl. d'O qui a éclaté.

A l'ouverture du caisson, on constate que la poule est morte. L'autopsie immédiate montre des signes d'hémorragie interne. Il existe une vaste tache de sang en voie de coagulation au niveau du foie. L'examen du foie montre une petite rupture de la face antérieure sur 2 millimètres environ.

Le cœur paraît normal. Les poumons sont congestionnés. Il n'y a pas de sang au niveau du bec.

Nous pensons qu'il s'agit là d'une rupture traumatique par contusion lors de l'explosion, plutôt que d'une lésion due au choc pneumatique lui-même. La poule, lors de l'explosion, a pu être projetée violemment contre les parois du petit caisson.

En effet, nous avons renouvelé deux fois la même expérience, avec une autre poule mise dans une cage, sans obtenir le moindre accident.

12 JANVIER.

N° 11. — On place dans le petit caisson deux lapins de 1 kg. 400 et de 1 kg. 320. On réalise l'explosion à 12.000 mètres. La pression intérieure était alors de 760.

La durée au palier à cette altitude est de 30 minutes, puis on les ramène au sol en 5 minutes.

A l'ouverture, on constate que l'inhalateur d'oxygène a normalement débité, c'est-à-dire environ 1.500 ccl. D'autre part, un ballon contenant 400 ccl. d'oxygène s'est déchiré lors de l'explosion dans les con-

ditions prévues. Les deux lapins sont vivants et d'aspect normal.

N° 12. — On renouvelle l'expérience avec les deux mêmes lapins après une heure et demie de repos.

L'explosion a lieu à 12.000 m. La pression dans le petit caisson était de 755. Le séjour à 12.000 est de 15 minutes, puis retour au sol. Les deux animaux sont vivants.

Le débit d'oxygène a été de 700 ccl. De plus, un ballon de caoutchouc de 800 ccl. a éclaté.

16 JANVIER.

N° 13. — Nous avons pu réaliser ce jour deux expériences sur un porc âgé de 8 mois pesant 93 kilos. L'animal était à jeun depuis 48 heures.

Première expérience. — Le porc est placé dans le petit caisson.

On décide l'explosion pour l'altitude de 10.000 m.

Celle-ci a lieu. La pression du petit caisson était de 670.

Immédiatement après, on commence la recompression, l'animal est ramené au sol en 5 minutes. On constate qu'il est vivant et qu'il ne présente aucun trouble. Il a même fait, malgré l'exiguïté de sa cage, un demi-tour sur lui-même.

Deuxième expérience. — Le même jour, avec le même animal, après 30 minutes de repos, le vide est fait dans le grand caisson jusqu'à 7.000 mètres, lorsqu'on s'aperçoit que le clapet du petit caisson s'est ra-

battu trop tôt, ne permettant pas de perforer la cellophane.

On recomprime jusqu'au sol et on rétablit les conditions normales de l'expérience. On laisse encore 10 minutes de repos à l'animal; puis on reprend la décompression. Lorsque l'altitude de 12.000 m. est atteinte, on réalise l'explosion. La pression était alors de 750.

Ce palier a 12.000 mètres est maintenu pendant 20 minutes. On remarque alors que le petit caisson est animé de quelques mouvements que lui imprime son hôte.

Après ces 20 minutes à 12.000 mètres, on commence la recompression. On note que le caisson remue jusqu'à 5.000 mètres environ. L'air continue à entrer et on arrive au sol.

A l'ouverture, l'animal est mort. Il est saigné immédiatement, le sang est foncé. La quantité de sang obtenue est d'environ 1 litre.

Autopsie immédiate. — Montre une congestion intense de tous les organes, en particulier le foie, les reins, la rate. Les poumons sont hypercongestifs. Leur surface est le siège d'un piqueté hémorragique classique. Ce sont des taches de Tardieu.

A la coupe, on obtient un liquide spumeux et hémorragique. Le cœur est normal.

Les muscles sont aussi le siège d'un certain degré de congestion.

La bouteille a débité environ 1.500 ccl. d'oxygène, mais sans doute d'une façon insuffisante puisque l'en-

semble des lésions montre qu'il y a eu une véritable asphyxie de l'animal.

Nous ne pouvons, jusqu'à nouvel avis, devoir rendre responsable de sa mort, le choc dû à la décompression.

D'autre part, nous avons vu des mouvements du petit caisson se produire 20 minutes après le début de l'explosion, prouvant bien que l'animal vivait à ce moment.

19 JANVIER.

N° 14. — Nous apportons quelques modifications à l'expérience.

Nous supprimons le détendeur d'oxygène à l'intérieur du petit caisson. Nous supprimons également l'emploi du ballon en caoutchouc contenant de l'oxygène.

L'apport de l'oxygène vient désormais de l'extérieur par une canalisation spéciale à gros débit : 1.000 litres-minute.

D'autre part, nous supprimons le clapet métallique du petit caisson et nous employons le hublot à diamètre de 32×27 ce qui nous permet de suivre l'animal depuis le début de l'expérience. Le petit caisson contient encore une lampe électrique.

N° 15. — On place dans le petit caisson une cage métallique contenant une poule de 1 kg. 900. On commence par oxygéner l'animal pendant 5 minutes. Puis la décompression est entreprise lorsque, à 4.000

mètres, se produit l'explosion. Elle est due à la rupture intempestive de la cellophane dont l'épaisseur était insuffisante. La pression intérieure était de 420. La poule a subi le choc sans manifester. On la recomprime immédiatement jusqu'au sol.

N° 16. — Même expérience, mais on double l'épaisseur de la cellophane.

A 12.000 mètres, l'explosion a lieu. On envoie alors environ 600 litres d'oxygène.

La poule paraît comme effondrée le long des parois de la cage. Ses pattes ne la portent plus et la tête est retombée sur le thorax, immobile.

Cet état dure une minute environ, puis on assiste à une récupération progressive de l'activité.

L'animal se redresse, la tête retrouve sa position naturelle. Il la remue à droite, à gauche, l'œil bien ouvert.

Revenue au sol la poule est normale.

Le palier à 10.000 m. a été de 2 minutes.

La pression intérieure dans le petit caisson de 780 gr.

20 JANVIER.

N° 17. — Poule de 1 kg. 900, la même que la veille.

Elle est placée dans une cage et mise à l'intérieur du petit caisson.

L'explosion est décidée pour 12.000 mètres. Celle-ci a lieu. Pression extérieure : 740. Il se forme un épais brouillard à l'intérieur du petit caisson. On ne

peut donc suivre les premières réactions de l'animal, mais au bout de quelques secondes, le brouillard se dissipe et laisse voir la poule vivante.

Le palier à 12.000 mètres est de 10 minutes environ.

L'arrivée d'oxygène a été faite de l'extérieur.

Puis on recomprime l'animal jusqu'au sol.

A l'ouverture du petit caisson, la poule est vivante et son état paraît normal.

23 JANVIER.

N° 18. — On place dans le petit caisson un jeune chien pesant 16 kg.

L'explosion est faite à 12.000 mètres. Pression intérieure : 735. On maintient le palier à 12.000 pendant 20 minutes avec inhalation d'oxygène.

Pendant ce temps, on l'observe de l'extérieur.

Nous n'avons pas noté de réaction appréciable après l'explosion.

L'animal paraît l'avoir très bien supportée. Le choc l'a surpris couché. Il s'est dressé alors sur ses pattes, puis il est resté immobile et tranquille jusqu'à la fin.

Il est recomprimé jusqu'au sol et paraît normal.

30 JANVIER.

N° 19. — Porc de 8 mois pesant 81 kg., à jeun depuis 24 heures.

L'animal, couché dans le petit caisson présente sa tête au hublot d'observation, mais il ne pourra être suivi pendant les 10 minutes que dure la décompres-

sion, car il existe, interposé entre la cellophane et l'atmosphère du petit caisson, une feuille de papier buvard.

L'expérience débute par une ventilation d'oxygène dans le petit caisson, pendant 5 minutes. La décompression est commencée à 15 heures. A 15 h. 10 on atteint 11.000 m. L'explosion a lieu. La pression dans le petit caisson était de 700 g. On ouvre alors l'arrivée d'oxygène. Son débit dans le petit caisson est d'environ 1.000 litres-heure.

L'animal ne paraît pas surpris. Il ne présente aucun signe de fatigue, mais on décide de le recomprimer. A 15 h. 17 il est à la pression atmosphérique normale. On ouvre le petit caisson qui montre l'animal bien vivant. Il est couché comme au début de l'expérience, mais on ne peut réussir à le mettre debout.

On arrive cependant à l'extraire du caisson et une fois à terre, il paraît incapable de se tenir sur ses pattes. Les mouvements sont désordonnés. Il perd l'équilibre dès qu'il n'est pas soutenu, et cherche un point d'appui le long du mur. On le pousse, on l'aide à se relever, mais les troubles persistent et semblent dus à une paralysie des extenseurs des membres antérieurs.

En effet, l'animal se tient à genoux, c'est-à-dire sur la première partie des pattes avant. L'extension est impossible. Les mouvements des pattes arrières sont

limités. Les mouvements de flexion sont impossibles; l'animal progresse en avançant en même temps les deux pattes arrière, qu'il maintient plus écartées que normalement comme s'il cherchait à rétablir son équilibre en élargissant son polygone de sustentation.

Dès qu'on le pousse, ou qu'il essaie de lui-même de faire un pas en avant, l'équilibre est rompu. Pour le retrouver il s'immobilise à genoux, le museau sur le sol.

Ces divers mouvements s'accompagnent d'une dyspnée d'effort marquée.

A 15 h. 35 ses mouvements respiratoires étaient de 30 par minute. Nous avons pris son pouls à sa sortie du caisson. Il battait 82 fois par minute.

Enfin nous avons remarqué que 15 minutes après sa sortie du caisson l'animal a déféqué, mais n'a pas émis d'urine.

L'animal, dont les troubles d'équilibre persistent, est alors emmené pour être abattu. L'autopsie a lieu immédiatement. Elle ne montre pas de lésions organiques. Le tube digestif est normal (foie, estomac, intestin).

Le système cardio-vasculaire est normal.

On examine la boîte crânienne en présence d'un médecin vétérinaire. Son contenu apparaît indemne de toute lésion. L'examen du cervelet, auquel nous nous attachons spécialement en raison des troubles de déséquilibre présentés par l'animal, ne montre aucune lésion macroscopique.

En résumé, l'animal paraît avoir été assez forte-

ment shocké, soit par l'explosion elle-même, soit par la rapidité de la décompression, et les troubles dominants sont une déséquilibration évidente, et une paralysie des extenseurs des membres antérieurs.

6 FÉVRIER.

N° 20. — Un porc pesant 86 kilogs est placé dans le petit caisson. La décompression est faite jusqu'à 11.000 mètres.

La pression intérieure du petit caisson est de 700 grammes.

L'explosion a lieu et ne crée pas de réaction chez l'animal. On le recomprime immédiatement en même temps que l'inhalation d'oxygène est faite à gros débit.

Le retour au sol se fait en 4 minutes.

A l'ouverture du petit caisson l'animal est vivant et paraît absolument indemne.

Pas de troubles de l'équilibre. Pas de paralysie.

Pas de modification du rythme respiratoire.

Le cœur bat 80 fois par minute.

6 FÉVRIER.

N° 21. — Un chien pesant 16 kilog., que nous avons déjà utilisé pour nos expériences est mis dans le petit caisson.

L'explosion est décidée pour 12.000 mètres. Celle-ci a lieu.

La pression indiquée au manomètre est de 780 gr.

On maintient le chien 5 minutes à l'altitude où s'est

produite l'explosion, puis on reprend la recompression jusqu'au sol.

L'animal est vivant et normal.

20 FÉVRIER 1939.

N° 22. — Un chien pesant 16 kilogs est placé dans le petit caisson. On commence la décompression, mais, 5 minutes après le début de l'expérience, se produit l'explosion. La cellophane a cédé prématurément à l'altitude de 6.500 mètres. La pression au manomètre était de 550 gr. La recompression est décidée et le chien, revenu à la pression atmosphérique normale, ne présente absolument aucun trouble.

20 FÉVRIER.

N° 23. — Porc de 113 kilog., à jeun. depuis 2 jours.

L'animal est placé dans le petit caisson, et on fait arriver un courant d'oxygène pendant 5 minutes.

Puis on commence la décompression. Arrivé à 11.000 m., nous réalisons l'explosion. La pression dans le petit caisson était alors de 725 gr.

Un brouillard se produit, qui dure 2 secondes environ, puis on aperçoit l'animal animé de tremblements généralisés, qui durent quelques instants. Il se couche, et son comportement ne paraît pas modifié (les mouvements respiratoires en particulier sont normaux).

L'inhalation d'oxygène, commencée dès l'explosion, est maintenue tandis que l'on pratique la recompression.

On atteint le sol 6 minutes après.

Dès l'ouverture du petit caisson, on constate que l'animal est bien en vie. Il est allongé dans le caisson mais ne paraît pas décidé à en sortir. On doit l'extraire de force, ce qui entraîne chez lui des réactions de défense assez violentes : il rue des pattes arrières et pousse des grognements.

On l'amène hors du grand caisson et une fois sur le sol on constate l'impossibilité où il se trouve de se mettre debout sur ses pattes. Il reste allongé sur le sol et incapable de mouvements actifs, il semble rechercher avant tout le repos : il est shocké.

Les membres antérieurs sont paralysés en flexion. L'animal les maintient repliés sous lui et chaque mouvement que nous essayons de lui imposer réveille chez lui des grognements douloureux. Les membres postérieurs sont aussi repliés sous lui.

Le rythme respiratoire ne paraît guère modifié. La respiration est seulement un peu soufflante.

Les réflexes pupillaires, recherchés 5 minutes après sa sortie du caisson, existent, mais semblent un peu paresseux. La pupille est en mydriase.

La voie sensitive ne paraît pas touchée, et l'animal réagit normalement aux excitations auditives et visuelles.

L'œil est vif et les mouvements du globe sont normaux. Nous l'observons ainsi pendant deux heures sans noter une ébauche de mouvements volontaires.

On décide alors de le faire emmener. Le porc est transporté sur un brancard jusqu'à sa voiture et là il

essaie pour la première fois de se mettre debout. Il reste un instant en équilibre sur ses quatre pattes, puis il s'allonge à nouveau. Nous l'avons revu deux heures après. L'animal était debout ne présentant pas de troubles notables. L'équilibre existait et l'animal a fait normalement une vingtaine de pas. Peut-être l'exécution de ces mouvements était-elle un peu plus lente que d'habitude mais le lendemain il avait récupéré son comportement ordinaire. Nous l'avons surveillé pendant deux jours pour guetter l'apparition possible d'un trouble secondaire, puis il a été abattu.

A l'autopsie, on n'a trouvé aucune lésion macroscopique.

L'examen histologique du cervelet n'a révélé aucune lésion à ce niveau.

(Les expériences N° 22 et 23 ont eu lieu en présence de M. le Professeur TANON).

13 MARS 1939.

N° 24. — Un singe mâle du groupe Rhésus, de 40 cm. de haut, est mis dans une cage. Celle-ci est placée à l'intérieur du petit caisson. L'explosion est décidée pour 6.000 mètres. Elle a lieu normalement. La pression intérieure du petit caisson était de 520 grammes.

L'oxygénation est faite de l'extérieur dans les conditions habituelles. L'animal est ramené au sol en 3 minutes. Il est absolument normal. Le choc l'a seulement un peu étonné. Ses yeux allaient de droite et de gauche comme pour chercher l'explication du phénomène. Il n'a pas cessé de manger pendant toute l'ex-

périence. Revenu au sol, il n'a pas présenté de troubles de l'équilibre. Il n'a pas porté la main aux oreilles ce qui permet de penser qu'il n'a pas ressenti de douleurs au niveau des organes auditifs.

N° 25. — Un singe de sexe femelle, de race et de poids analogues, est placé dans la cage située à l'intérieur du petit caisson. L'explosion a lieu à 8.000 m., alors que la pression intérieure était de 500 grammes.

L'animal ne présente aucun trouble. Son activité se manifeste même par quelques pirouettes tout en grignotant des fèves que nous lui avons offertes.

Revenu au sol, il paraissait absolument normal.

14 MARS.

N° 26. — Le couple de singes Rhésus maintenu dans sa cage est placé dans le petit caisson.

On décomprime le grand caisson jusqu'à 11.000 m. La pression dans le petit caisson était alors de 710 gr. On réalise l'explosion et on ramène immédiatement les deux animaux à la pression atmosphérique normale.

A aucun moment ceux-ci n'ont présenté de réactions notables. Immédiatement après le choc, cédant à la gourmandise, ils se sont mis à chercher au milieu de la paille quelques grains de blé, qu'ils ont grignotés durant la fin de l'expérience.

Une fois sortis du petit caisson leur comportement ne s'est pas modifié.

N° 27. — Le chien pesant 16 kilos, qui en est à sa 4^e expérience, est mis dans le petit caisson.

L'explosion est décidée pour 15.000 mètres, altitude que nous n'avons pas encore étudiée. On commence la décompression en le surveillant de l'extérieur. On s'aperçoit alors que l'animal mâchonne le fil qui apporte le courant à la lampe électrique. On coupe le contact pour ne pas créer un court-circuit ni surtout une brûlure au chien.

L'altitude de 15.000 mètres est atteinte en vingt minutes.

La pression du petit caisson est de 765 grammes. L'explosion a lieu. Elle se produit avec un bruit intense. Le poinçon après avoir perforé la feuille de cellophane est repoussé violemment. Il vient heurter notre électro-aimant qu'il brise. Lui-même est tordu sous le choc et son support en bois est cassé en morceaux.

Nous envoyons immédiatement de l'oxygène et la recompression commence. Elle est très rapide : en quatre minutes l'animal est au sol. Il paraît absolument normal et manifeste sa joie par des gambades.

17 MARS.

N° 28. — Le couple de singes Rhésus est placé dans le petit caisson.

L'explosion est décidée pour 15.000 mètres. On commence la décompression, mais à 14.000 m. la cellophane cède. L'explosion a lieu. La pression du petit caisson était de 720 grammes. On ouvre immédiatement le circuit d'oxygène.

Les animaux paraissent surpris. Ils rentrent la tête dans les épaules et, serrés l'un contre l'autre, semblent se demander une protection mutuelle. Leur respiration est très ample et le rythme en paraît un peu ralenti.

On les recomprime jusqu'à 11.000 m. et on maintient 2 minutes le palier à cette altitude sans apporter de changement à leur comportement.

On reprend la recompression. Vers 6.000 m., ils se séparent et se mettent à rechercher activement des éléments de nourriture. De temps en temps, ils portent la main aux oreilles et se grattent énergiquement.

Revenus à la pression atmosphérique ordinaire, ils ne présentent aucun trouble. Le rythme respiratoire est normal. Ils s'emparent de gâteaux que nous leur offrons et les grignotent immédiatement.

DISCUSSION

Lors des premières expériences, nous ne pensions pas que l'animal puisse supporter le choc explosif auquel il était soumis.

Nous avons même envisagé comme probables une série de troubles qui auraient affecté :

a) soit l'appareil cardio-vasculaire par embolie gazeuse ou rupture vasculaire;

b) soit l'appareil respiratoire par distension brusque de l'air contenu dans les alvéoles pulmonaires et éclatement alvéolaire;

c) soit l'appareil digestif par distension brusque des gaz intestinaux;

d) soit le système nerveux (hématomyélie, paralysie).

Nous avons été les premiers surpris de constater la résistance des divers animaux au choc pneumatique.

Nos observations portent sur 28 cas d'animaux soumis à une décompression brutale du fait de l'explosion à haute altitude de la cabine étanche qui les contenait.

Nous n'avons eu que deux accidents mortels au cours de ces expériences. Le premier animal était une poule dont nous avons pensé expliquer la mort par sa pro-

jection violente sur une des parois du petit caisson lors de l'explosion. Elle présentait en effet une rupture du foie.

Nous ne rendons pas le choc pneumatique responsable de cet accident, car nous avons renouvelé plusieurs fois l'expérience avec une autre poule en la maintenant dans une cage à l'intérieur du petit caisson. Dans ces conditions, l'explosion s'est révélée absolument inoffensive. La deuxième expérience mortelle que nous avons à signaler est celle d'un porc. Nous l'étudierons plus loin.

Dans nos 26 autres expériences, les animaux ont bien supporté le choc que nous leur avons fait subir.

Une première série d'observations a porté sur de petits animaux (chien, chat, poule, lapin, singes). Ils n'ont présenté aucun trouble. Nous n'avons pas noté chez eux de symptômes d'une déficience momentanée immédiate ou tardive.

La deuxième série de nos expériences comportait plus de risques.

Nous avons choisi des porcs de poids voisin de celui de l'homme.

Les animaux étaient à l'engrais et destinés à la consommation. On sait qu'ils sont en général en état de moindre résistance, du fait que leur nourriture est conçue en vue d'un engraissement rapide, et que leur exercice musculaire est très réduit.

Le premier animal que nous avons utilisé était un porc de 8 mois, à jeun depuis 48 heures. Il pesait 85 kg. Il a très bien supporté le choc explosif à 10.000 m.

Aussi lui avons-nous fait subir le même jour, après quelques minutes de repos, une seconde expérience plus poussée : choc à 12.000 et maintien 20 minutes à cette altitude. L'animal est mort. Les conditions auxquelles nous l'avions soumis étaient incompatibles avec la vie. Notre débit d'oxygène était nettement insuffisant et il est mort asphyxié. L'autopsie faite immédiatement a confirmé cette hypothèse.

Par la suite, nous avons pu effectuer de nouvelles expériences avec d'autres porcs. Nous n'avons observé aucun cas mortel. Cependant ces animaux qui ont résisté au choc pneumatique, n'ont pas été exempts de troubles. Ils ont présenté des phénomènes de shock avec troubles de l'équilibre et paralysie des membres, en même temps que des modifications du rythme respiratoire.

Nous avons vu ces troubles se reproduire avec une similitude presque complète chez deux de ces animaux soumis à une décompression analogue. Par contre deux autres porcs n'ont présenté aucun trouble, alors que les conditions de l'expérience étaient encore les mêmes (explosion à 11.000 m. et recompression immédiate jusqu'au sol).

Il paraît donc nécessaire de continuer ces expériences sur les animaux les plus variés pour voir si des troubles analogues se retrouvent systématiquement.

D'ailleurs nous ne nous hâtons pas de conclure, car il existe encore quelques inconnues à ce problème :

Nous nous demandons par exemple si le brouillard qui se forme lors de l'explosion ne jouerait pas un

rôle protecteur pour l'animal. Cette « poussière » de vapeur d'eau ne pourrait-elle pas atténuer dans une certaine mesure les conséquences de l'explosion en formant un véritable matelas contre le choc pneumatique dû à la brusque détente ? C'est une hypothèse qu'il ne faut pas infirmer a priori. Nous nous proposons de la vérifier ou de l'infirmer par de nouvelles expériences.

CONCLUSIONS

De la lecture de nos observations, faites sur des animaux de race, de poids, et de sensibilité différents, il résulte que la décompression explosive n'est pas mortelle dans nos deux catégories d'expériences.

1° L'explosion brusque d'une cabine étanche à une dépression correspondant à une altitude de 10 à 12.000 mètres n'est pas mortelle pour l'animal si celui-ci est ramené au sol immédiatement.

2° L'explosion brusque dans les mêmes conditions, suivie du maintien à la dépression atteinte pendant un temps variant de 5 à 20 minutes, n'est pas mortelle pour l'animal, s'il est dans des conditions d'oxygénation suffisantes.

Ces résultats sont surtout valables pour les petits animaux (poules, lapins, chats, chiens, singes).

Nous devons faire quelques réserves en ce qui concerne les animaux plus volumineux. Les expériences que nous avons réalisées sur des porcs montrent que dans quelques cas des phénomènes de shock se sont produits, accompagnés de manifestations nerveuses graves (troubles de l'équilibre, paralysies).

Ces accidents, qui ont eu lieu dans deux cas seulement sur quatre, peuvent être mis sur le compte de l'état particulièrement fragile de ces animaux, mais

ils suffiraient à interdire le risque d'un tel choc, s'ils devaient se renouveler de la même manière chez l'homme. Ces derniers résultats nous engagent donc à une certaine prudence dans nos affirmations. Pourtant un fait reste acquis, c'est que le choc explosif stratosphérique n'est pas mortel dans les conditions de nos expériences, ni immédiatement, ni secondairement.

Vu :
LE DOYEN :
TIFFENEAU.

Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
TANON.

Vu et permis d'imprimer :
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- BAYEUX. — La respiration maximum aux très hautes altitudes. (*C. R. Ac. des Sciences*, 10 avril 1922).
- BIENVEM. — Caissons disease (compressed air disease diver's paralysies. *Mem. Orléans*, Jun. 1936).
- BEHAGUE, GARSAX et Ch. RICHEL fils. — Physiologie des altitudes (*Archives Intern. de Physiol.*, Paris, Doin, 1928).
- Crises d'épilepsie chez le lapin au cours de la dépression atmosphérique (*Revue de Neurologie*, n° 6, juin 1927).
- Contribution à la physiologie et à la pathologie des altitudes, rôle des inhalations gazeuses, déductions pratiques (Paris, Masson, 1928).
- R. BERTON. — A propos des accidents labyrinthiques par décompression (*J. de Médecine de Lyon*, juillet 1938).
- L. BINET et WILLIAMSON. — La polyglobulie asphyxique (*C. R. Soc. de Biol.*, 19 juin 1927).
- BOINET, AUDIBERT. — Les paralysies des scaphandriers (*Marseille Méd.* 1904, XLI, 693).
- CAZAMIAN. — Hématomyélie par décompression brusque chez un scaphandrier. Paralyse spasmodique (*Arch. de Méd. nav.* Paris 1912. XCVIII).

- G. CLAUDE. — Sur la respiration humaine dans les enceintes sous le vide (*Acad. des Sc.*, 8 juin 1931).
- CRUCHET et G. BARON. — Rôle des inhalations, d'oxygène dans la dépression atmosphérique et le mal des aviateurs (Bordeaux, Gounouilhou, 1925).
- DESOILLE. — Air comprimé, caisson, scaphandre (*Encyclop. méd. chir.* Intoxications).
- F. DORELLO. — La decompression mista nel palombaro (*Ann. di med. nav. e colon.* may-june 36).
- FLAMME. — Influence et limites physiologiques de la vitesse et de ses dérivés : accélération, chocs, trépidations (1^{er} Congrès international de la sécurité aérienne, Paris 1930).
- B. FOURNIER. — Des polyglobulies à court terme par contraction de la rate. (*Thèse Paris* 1928)..
- L. GENET. — Atrophie optique partielle et maladies des caissons (*Lyon Méd.*, p. 575, mai 33)..
- GARSAUX. — Sur le contrôle médical des aviateurs.
- LUMIÈRE et COUTURIER. — Dépression atmosphérique et choc anaphylactique (*C. R. Ac. des Sc.*, avril 1923).
- PIÉRY. — La maladie des plongeurs. (Hématomyélie des scaphandriers). *Bul. méd.*, sept. 1905.
- RICHOU. — De l'effet correcteur des fortes dépressions barométriques sur la toxicité de l'oxygène pur (*Thèse Bordeaux*, 1936).
- Résistance de l'aviateur à l'altitude (*Europe médicale*, mars 1938)..

ROSENSTIEL. — Le scaphandre aérien (*Presse médicale* 21 sept. 1935).

STROHL, BINET, Mlle FOURNIER. — Réponse de la rate à la dépression barométrique (*C. R. Soc. de Biol.* Juin 1927).

E. STROHL. — La vitesse d'ascension et de descente en avion. Ses effets sur l'organisme (*Thèse Bordeaux*, 1922).

TERNI — La malattia dello scafandro (*Ramazzini fi-renze*, 1911).

TISSOT, en collaboration avec HALLION. — Action de la décompression sur la proportion des gaz contenus dans le sang (*Soc. Biol.* 1902).

— Recherches expérimentales sur l'influence des variations rapides d'altitude sur les phénomènes physiques et chimiques de la respiration (*Ac. des Sc.*, 1901).

ZOGRAFIDI. — Contribution à l'étude des accidents de la décompression chez les plongeurs à scaphandre. (*Rev. de Méd. de Paris*, 1907).



IMPRIMERIE SPECIALE
DE
MM. VIGOT Frères



